

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-135159

(43)Date of publication of application : 21.05.1999

(51)Int.Cl.

H01M 10/48
B60L 3/00
B60L 11/18
G01R 31/36
H02J 7/00

(21)Application number : 09-295866

(71)Applicant : JAPAN STORAGE BATTERY CO LTD

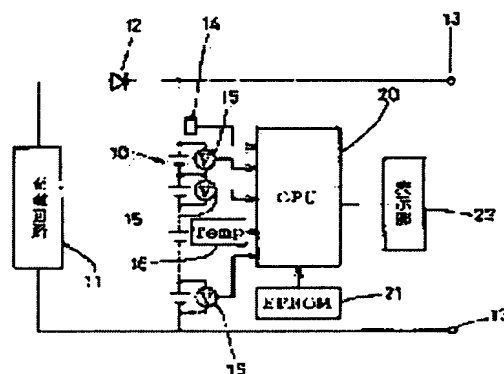
(22)Date of filing : 28.10.1997

(72)Inventor : KONISHI DAISUKE

(54) DETECTING METHOD OF REMAINING CAPACITY OF SECONDARY BATTERY AND ITS DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable detection of remaining capacity, even in loading and to prevent an accumulation of measurement errors.
SOLUTION: A charging/discharging electric-power quantity is calculated, based on a battery current flowing through a secondary battery 10, and a remaining capacity is calculated by adding/subtracting the charging/discharging power quantity to/from the total capacity set up in advance or the remaining capacity calculated at the last time. Also, an estimated remaining capacity of a terminal voltage is determined based on the terminal voltage, in the case that a battery current does not flow through the secondary battery 10 for more than one hour because of the stop of an electric vehicle, and the calculated remaining capacity is corrected based on the estimated remaining capacity of the terminal voltage.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.10.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 二次電池の残存容量を検出するものであって、

前記二次電池を流れる放電電流及び充電電流に基づいて充放電電力量を算出すると共に予め設定した総容量又は前回演算した残存容量から前記充放電電力量を加減することにより残存容量を演算し、

前記二次電池に所定時間以上にわたって放電電流及び充電電流が実質的に流れないときの端子電圧に基づき端子電圧推定残存容量を決定し、かくして決定された端子電圧推定残存容量に基づいて前記演算された残存容量を補正することを特徴とする二次電池の残存容量検出方法。

【請求項 2】 二次電池の残存容量を検出するものであって、

前記二次電池を流れる放電電流及び充電電流を検出する電流検出手段と、

この電流検出手段によって検出された放電電流及び充電電流に基づいて充放電電力量を算出する変動容量算出手段と、

予め定められた総容量又は前回演算された残存容量から前記充放電電力量を加減することにより残存容量を演算する残存容量演算手段と、

前記二次電池の端子電圧を測定する端子電圧測定手段と、

前記二次電池に所定時間以上にわたって放電電流及び充電電流が実質的に流れないときの端子電圧から推定される端子電圧推定残存容量を決定する残存容量決定手段と、

前記残存容量演算手段によって演算された残存容量を前記端子電圧推定残存容量に基づき補正する補正手段とを備えてなる二次電池の残存容量検出装置。

【請求項 3】 二次電池の残存容量を逐次表示するための表示部と、残存容量の演算結果の所定回数の平均値を演算する平均値演算手段とを備え、前記表示部に前記平均値演算手段によって演算した平均値を表示させるようにしたことを特徴とする請求項 2 記載の二次電池の残存容量検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、二次電池の残存容量を検出するための検出方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば電気自動車の分野では、二次電池の残存容量を検出して表示することは自動車の航続距離を表すことになるから、できるだけ正確であることが望まれる。ここで、多くの二次電池の残存容量と開放端子電圧との間に一定の関係があるから、開放端子電圧を測定することにより残存容量を相当に正確に把握することができる。

【0003】しかし、この方法では、二次電池に負荷が

接続されている電気自動車の走行中には残存容量を測定することができず、停車して例えば 1, 2 時間経過することによって二次電池の開放端子電圧が安定化したところでしか残存容量を正確に検出することができないという問題がある。そこで、二次電池に負荷が接続されている状態でも、その残存容量を検出することが望まれ、そのための残存容量検出装置としては、例えば特開平 4 - 3 6 8 4 0 1 号公報等に記載のものが知られている。これは、バッテリーの負荷電流を測定し、バッテリー温度を考慮しつつ利用率を算出し、前回の残存容量から上記利用率と負荷電流とから算出される現在の残存容量を演算して表示する構成である。この構成によれば、電気自動車の走行中でも残存容量を逐次表示することができるのである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この種の残存容量検出装置では測定誤差の存在が避けられないから、満充電時にリセットするとしても、次の満充電までには誤差が累積されて測定結果が不正確にならざるを得ないという欠点がある。特に、満充電に至ることなく充放電を繰り返すと、誤差がリセットされる機会がなくなるために、検出精度が一層低くなるという問題があった。そこで、本発明は、負荷が接続されている状態であっても残存容量を検出することができ、しかも、その測定誤差が累積されていくことを極力防止できる二次電池の残存容量検出方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明に係る二次電池の残存容量測定方法は、二次電池を流れる放電電流及び充電電流に基づいて充放電電力量を算出すると共に予め設定した総容量又は前回演算した残存容量から前記充放電電力量を加減することにより残存容量を演算し、二次電池に所定時間以上にわたって放電電流及び充電電流が実質的に流れないときの端子電圧に基づき端子電圧推定残存容量を決定し、かくして決定された端子電圧推定残存容量に基づいて前記演算された残存容量を補正するところに特徴を有する。

【0006】また、請求項 2 の二次電池の残存容量測定装置は、二次電池を流れる放電電流及び充電電流を検出する電流検出手段と、この電流検出手段によって検出された放電電流及び充電電流に基づいて充放電電力量を算出する変動容量算出手段と、予め定められた総容量又は前回演算された残存容量から前記充放電電力量を加減することにより残存容量を演算する残存容量演算手段と、二次電池の端子電圧を測定する端子電圧測定手段と、二次電池に所定時間以上にわたって放電電流及び充電電流が実質的に流れないときの端子電圧から推定される端子電圧推定残存容量を決定する残存容量決定手段と、残存容量演算手段によって演算された残存容量を端子電圧推

定残存容量に基づき補正する補正手段とを備えたところに特徴を有する。そして、請求項 3 の発明は、上記残存容量測定装置において、二次電池の残存容量を逐次表示するための表示部と、残存容量の演算結果の所定回数の平均値を演算する平均値演算手段とを備え、前記表示部に前記平均値演算手段によって演算した平均値を表示させるようにしたところに特徴を有する。

【 0 0 0 7 】

【発明の作用・効果】請求項 1 及び請求項 2 の発明によれば、二次電池に負荷又は充電用電源が接続されている状態では二次電池を流れる放電電流及び充電電流に基づいて充放電電力量を算出すると共に予め設定した総容量又は前回演算した残存容量から前記充放電電力量を加減することにより残存容量が演算される。従って、放電又は充電の進行に伴って変化する残存容量を逐次測定することができる。そして、例えば電気自動車が高時間停車する等によって二次電池に所定時間以上放電電流及び充電電流が実質的に流れないときには、その端子電圧に基づき端子電圧推定残存容量が決定され、かくして決定された端子電圧推定残存容量に基づいて前記演算された残存容量が補正される。従って、充放電電力量の算出に基づいて測定された残存容量に誤差があったとしても、その誤差は比較的正確な端子電圧推定残存容量に基づいて修正されるから、誤差が累積して不正確な残存容量が決定されてしまうことを防止することができる。

【 0 0 0 8 】また、請求項 3 の発明によれば、表示部には平均値演算手段によって演算された残存容量の平均値が表示されるから、残存容量が電池電流に基づいて演算された値から、端子電圧に基づき決定された値に置き換えられたときでも、表示される値が急激に変化することがなく、表示上の不自然さがなくなる。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】以下、本発明を電気自動車の動力バッテリー用の残存容量検出装置に適用した一実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 0 】図 1 において、10 は電気自動車の動力用の二次電池であり、例えば負極にリチウムイオンが吸蔵・放出されることによって充放電を繰り返すリチウムイオンタイプであって多数のセルを直列接続して構成されている。これは、充電回路 11 により逆流防止ダイオード 12 を介して充電され、出力端子 13 を介して電気自動車に電力を供給する。この二次電池 10 への充放電線路には、例えばホール素子を利用した磁界検出型の電流検出手段 14 が設けられ、これにて二次電池 10 を流れる電池電流 IB（放電電流及び充電電流）を検出できるようになっている。また、各セルには二次電池 10 の端子電圧を各セル毎の値として測定する端子電圧測定手段 15 が設けられ、さらに例えば 2 セル毎には二次電池 10 の温度を検出する温度検出手段 16 が設けられている。

【 0 0 1 1 】さて、上記電流検出手段 14、各端子電圧測定手段 15 及び各温度検出手段 16 からの信号は CPU 20 に与えられるようになっている。そして、この CPU 20 には、後述する各テーブルを記憶した E P R O M 21 及び運転席のメータパネル上に設置した表示部たるディスプレイ 22 が接続され、次に詳述する手順によって演算した二次電池 10 の残存容量をディスプレイ 22 に表示する。CPU 20 は、例えば常時 1 秒毎に図 2 に示す充放電電流計測ルーチンを実行する。すなわち、まず電流検出手段 14 によって測定された電池電流 IB を読み込み（ステップ S 1）、これと所定の基準電流 Ia、- Ia との大小関係に基づき二次電池 10 の状態を判定する（ステップ S 2）。この基準電流 Ia は電気自動車が停車している場合の比較的小さな放電電流に相当する値に設定してあるから、ステップ S 2 において

「Y」となることは動力モータに電流が流れておらず電気自動車が停車していることを意味し、これが例えば 1 時間以上継続している場合には、電池状態フラグを「開放」にセットする（ステップ S 3、4）。また、ステップ S 2 で「N」となり、かつ、ステップ S 5 で「Y」となることは、大きな負荷電流が流れて電気自動車のモータが駆動されていることを意味するから、放電電流積算ルーチン S 6 が実行される。また、ステップ S 5 で「N」となることは二次電池 10 に充電電流が流れ込んでいること（充電回路 11 による充電中又は回生中）を意味するから、充電電流積算ルーチン S 7 が実行される。

【 0 0 1 2 】上記した放電電流積算ルーチンは図 3 に示す内容である。すなわち、ここでは放電カウンタ D C R（満充電時に 0 にセットされている）に、1 秒毎に測定した電池電流 IB を積算することで（ステップ S 6 1）、放電電力量を放電カウンタ D C R に加算する。なお、この実施形態では、次に放電カウンタ D C R の積算値と電池設計容量 D C（二次電池 10 の総容量）の例えば 2 倍の値とを比較する（ステップ S 6 2）。このステップ S 6 2 は、長期間にわたって満充電に至ることなく充放電を繰り返した場合に誤差が累積されてしまうことを防止するためのもので、通常の場合には「N」となるから、そのままリターンして次の充放電積算ルーチンが繰り返される。このステップ S 6 2 で「Y」となることは、放電カウンタ D C R のカウント値が異常に大きくなっていることを意味するから、次のステップ S 6 3 ~ S 6 8 に示すようにして放電カウンタ D C R、充電カウンタ C R 及びパラメータの残存容量 R M をセットし直す。

【 0 0 1 3 】一方、二次電池 10 の充電中又は回生中に行われる充電電流積算ルーチン S 7 は図 4 に示す内容である。すなわち、ここでは充電カウンタ C R（満充電時に 0 にセットされている）に、1 秒毎に測定した電池電流 IB（充電電流）を積算することで（ステップ S 7 1）、充電電力量を充電カウンタ C R に加算する。ま

た、この実施形態では、次に充電カウンタ C R の積算値と例えば放電カウンタ D C R の例えば 1. 5 倍の値とを比較する (ステップ S 7 2)。このステップ S 7 2 も、長期間にわたって満充電に至ることなく充放電を繰り返した場合に誤差が累積されてしまうことを防止するためのもので、通常の場合には「N」となるから、そのままリターンして次の充放電積算ルーチンが繰り返される。このステップ S 7 2 で「Y」となることは、充電カウンタ C R のカウント値が異常に大きくなっていることを意味するから、満充電であるとして充電カウンタ C R を 0、放電カウンタ D C R を 0、残存容量 R M を電池設計容量 D C にセットし直す (ステップ S 7 3)。

【0014】以上のような充放電電流計測ルーチンを実行することで、放電カウンタ D C R 及び充電カウンタ C R には満充電時を基準として放電した電力量及び充電された電力量 (充放電電力量) が積算されている。すなわち、CPU 2 0 は上述の充放電電流計測ルーチンを実行することで、電流検出手段 1 4 によって検出された電池電流 I B に基づいて充放電電力量を算出する変動容量算出手段として機能する。

【0015】そして、この実施形態では、例えば 5 秒毎に図 5 及び図 6 に示す残存容量演算ルーチンが実行されて二次電池 1 0 の残存容量がディスプレイ 2 2 に表示される。まず、電流検出手段 1 4 及び温度検出手段 1 6 からの信号を読み込み (ステップ S 2 1)、その電流・温度に応じた設計容量 D C を設計容量テーブルから読み込む (ステップ S 2 2)。この設計容量テーブルは、例えば図 7 に示すように温度と放電電流とをパラメータとして定格値に対する比率として予め作成してあり、E P R O M 2 1 に記憶してある。これにより、その電流・温度

【0016】次に、放電電力量 D C R と、充電効率 (0. 9) を考慮した充電電力量 C R との大小関係を判断し (ステップ S 2 3)、前者 (D C R) が後者 (0. 9 × C R D) よりも大であり、かつ、その差 (D C R - 0. 9 × C R) が設計容量 D C よりも小であることを条件に (ステップ S 2 4)、設計容量 D C から放電電力量 D C R を減じ、さらに充電電力量 C R の 0. 9 倍を加えた値として二次電池 1 0 の残存容量 R M を算出する (ステップ S 2 5)。すなわち、CPU 2 0 は上記ステップを実行することにより、予め定められた総容量 (設計容量 D C) 又は前回演算された残存容量 R M から充放電電力量を加減することにより残存容量を演算する残存容量演算手段としても機能するのである。

【0017】なお、充電電力量 (0. 9 × C R) が放電電力量 D C R よりも大である場合には (ステップ S 2 3 で「N」) 過充電であって本来あり得えず、満充電状態と見なして残存容量 R M を設計容量 D C とする (ステップ S 2 6)。また、差 (D C R - 0. 9 × C R) が設計容量 D C よりも大である (ステップ S 2 4 で「N」) こ

とは、過放電であって本来あり得ないから、残存容量 R M を 0 とする (ステップ S 2 7)。

【0018】この後、電池状態フラグが「開放」かつ放電電力量 D C R が設計容量 D C の 1. 5 倍よりも大であるか否かが判断される (ステップ S 2 8)。電気自動車の走行中は、電池状態フラグは「開放」となっていないから判断結果は「N」となり、ステップ S 2 9 にて残存容量割合 S O C (%) が算出される。そして、次いで残存容量割合 S O C の例えば 8 回移動平均が算出され (ステップ S 2 9)、その算出結果が運転席のディスプレイ 2 2 に時々刻々と表示されるのである。

【0019】電気自動車の走行中には再生制動によって二次電池 1 0 が充電状態となることがあり、また、二次電池 1 0 は適宜外部電源から充電が行われる。従って、上述の充放電電流を計測し、それに基づいて残存容量を演算するだけでは、誤差が累積して不正確な検出結果が得られてしまう。そこで、本実施形態では、二次電池 1 0 の残存容量とその開放端子電圧との間には密接な関係があることに着目し、二次電池 1 0 に所定時間以上放電電流又は充電電流が実質的に流れないときの端子電圧に基づき端子電圧推定残存容量を決定し、かくして決定された端子電圧推定残存容量に基づいて前記演算された残存容量 R M を補正することとしている。

【0020】すなわち、電気自動車が停車して例えば 1 時間以上の時間が経過すれば、二次電池 1 0 の端子電圧が安定し、ステップ S 2 8 にて判断結果が「Y」となる。すると、まず電圧検出手段から出力されている各セル電圧が CPU 2 0 に読み込まれ (ステップ S 3 1)、その内の最小値に基づいて推定放電量 O D C R が推定放電量テーブルから読み込まれる (ステップ S 3 2)。この推定放電量テーブルは、例えば図 8 に示すようにセルの開放電圧をパラメータとして定格値に対する比率

(%) として予め作成してあり、E P R O M 2 1 に記憶してある。そして、これに基づき端子電圧推定残存容量 O V R M が、設計容量 D C から上記推定放電量 O D C R を減じた値として決定され (ステップ S 3 3)、これに基づいて残存容量割合 S O C (%) が算出される (ステップ S 3 4)。すなわち、CPU 2 0 及び E P R O M 2 1 は、CPU 2 0 が上述のステップを実行することによって、二次電池 1 0 に実質的に負荷電流が流れないときの端子電圧から推定される端子電圧推定残存容量 O V R M を検知する残存容量決定手段として機能する。

【0021】次に、残存容量 R M を上述の端子電圧推定残存容量 O V R M にて置き換え、充電カウンタ C R を 0 にリセットし、さらに放電カウンタ D C R を (D C - O V R M) と置き換える (ステップ S 3 5)。これにて、CPU 2 0 が補正手段として機能して、ステップ S 3 3 にて決定された端子電圧推定残存容量 O V R M に基づいて演算された残存容量 R M を補正することになり、残存容量 R M が正確になる。この後は、電気自動車の走行中

と同様にステップ S 2 9 及び S 3 0 にて残存容量割合 S O C の最近 8 回の移動平均が算出され（平均値演算手段）、その値がディスプレイ 2 2 に表示される。

【 0 0 2 2 】 このように本実施形態によれば、二次電池 1 0 に負荷又は充電用電源が接続されている状態では二次電池 1 0 を流れる放電電流及び充電電流に基づいて充放電電力量を算出すると共に予め設定した設計容量 D C 又は前回演算した残存容量 R M から前記充放電電力量を加減することにより残存容量 R M が演算される。従って、放電又は充電の進行に伴って変化する残存容量 R M を逐次測定することができる。

【 0 0 2 3 】 そして、例えば電気自動車が高時間停車する等によって二次電池 1 0 に 1 時間以上放電電流及び充電電流が実質的に流れないときには、その端子電圧（最小セル電圧）に基づき端子電圧推定残存容量 O V R M が決定され、かくして決定された端子電圧推定残存容量 O V R M に基づいて前述のように演算された残存容量 R M が補正される。

【 0 0 2 4 】 従って、充放電電流の測定に基づいて演算された残存容量 R M に誤差があったとしても、その誤差は大きく累積することなく、比較的正確な端子電圧推定残存容量 O V R M に基づいて修正されるから、誤差が累積して不正確な残存容量 R M が検出されてしまうことを防止することができる。

【 0 0 2 5 】 また、本実施形態では、ディスプレイ 2 2 には例えば最近 8 回の平均値を表示させるようにしているから、表示される残存容量割合 S O C が急激に変化することを防止することができて表示上の不自然さをなくすることができるという利点がある。

【 0 0 2 6 】 <その他の実施形態>

【 0 0 2 7 】 本発明は上記しかつ図面に示す実施形態に限定されるものではなく要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することができ、下記に示す実施形態も本発明の技術的範囲に属する。

（ 1 ） 上記実施形態では二次電池の温度を検出し、これに基づいて設計容量 D C を補正するようにしたが、残存容量の検出精度がそれほど要求されない場合には、これを省略してもよい。また、逆に、検出精度をより高めるには、開放端子電圧と放電容量との関係を示した推定放電量テーブルに温度のパラメータを加えてより高精度で放電容量を決定してもよい。また、放電時の放電効率や

充電時の充電効率も温度をパラメータとして決定するようにすれば、より高い精度で残存容量を検出することができる。

【 0 0 2 8 】 （ 2 ） 上記実施形態では、リチウムイオンタイプの二次電池に適用した例を示したが、電池種類はこれに限られず、開放端子電圧と残存容量との間に所定の関係がある各種の電池に広く適用することができる。また、電気自動車用の二次電池の残存容量を検出するものに限られず、携帯型パソコンや携帯電話等の携帯電子機器等にも適用することができる。

【 0 0 2 9 】 （ 3 ） 上記実施形態では電池電流 I B 及び温度に応じた設計容量 D C の決定及び端子電圧に応じた推定放電量 O D C R の決定にあたり、予め作成したテーブルを読み込むようにしたが、これに限らず、設計容量や推定放電量を電池電流や端子電圧をパラメータとして関数化しておき、随時計算して求めるようにしてもよい。

【 0 0 3 0 】 （ 4 ） 上記実施形態では、演算した残存容量割合 S O C の値を逐次ディスプレイに表示するようにしたが、これに限られず、例えば残存容量割合 S O C が所定の値（複数でもよい）に達したときに、ランプを点灯させたり、合成音声で報知したりしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態を示すブロック図

【図 2】 充放電電流計測ルーチンを示すフローチャート

【図 3】 放電電流積算ルーチンを示すフローチャート

【図 4】 充電電流積算ルーチンを示すフローチャート

【図 5】 残存容量演算ルーチンの一部を示すフローチャート

【図 6】 残存容量演算ルーチンの他の部分を示すフローチャート

【図 7】 設計容量テーブルを示す表

【図 8】 推定放電量テーブルを示す表

【符号の説明】

1 0 … 二次電池

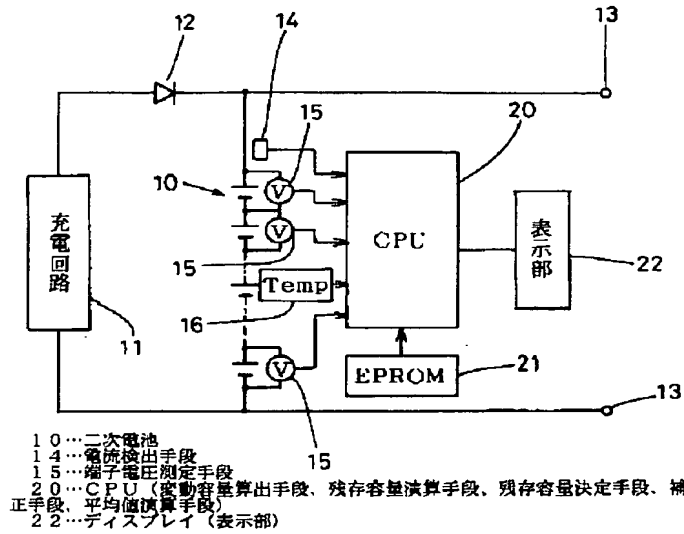
1 4 … 電流検出手段

1 5 … 端子電圧測定手段

2 0 … C P U （変動容量算出手段、残存容量演算手段、残存容量決定手段、補正手段、平均値演算手段）

2 2 … ディスプレイ（表示部）

【図 1】



【図 8】

推定放電量テーブル
(…は値省略)

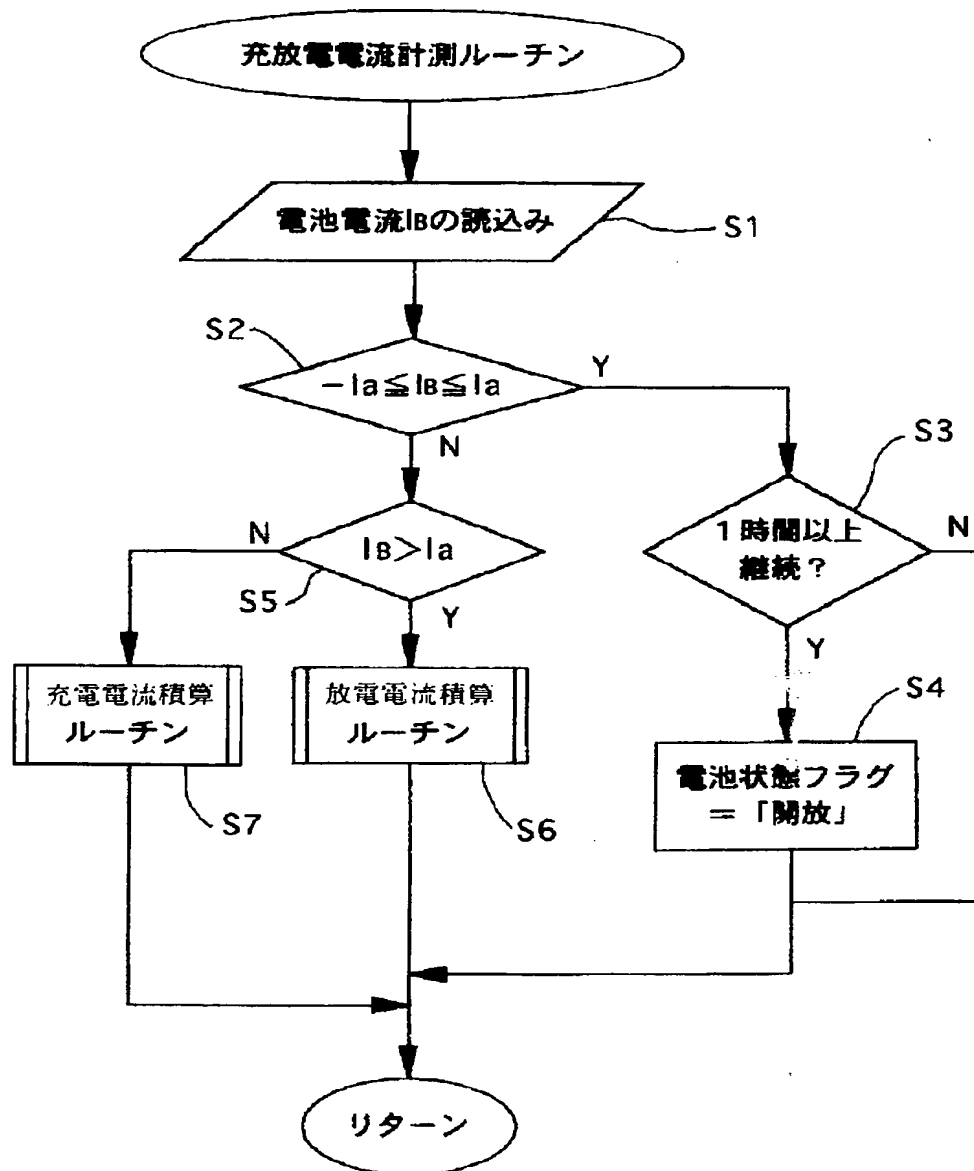
開放電圧	推定放電量(%)
3.6V未満	100
~3.65V	100
~3.68V	97.6
~3.7V	94
~3.71V	91.7
…	…
…	…
…	…
~4.08V	3.1
~4.09V	2.4
~4.10V	1.2
~4.1V超	0

【図 7】

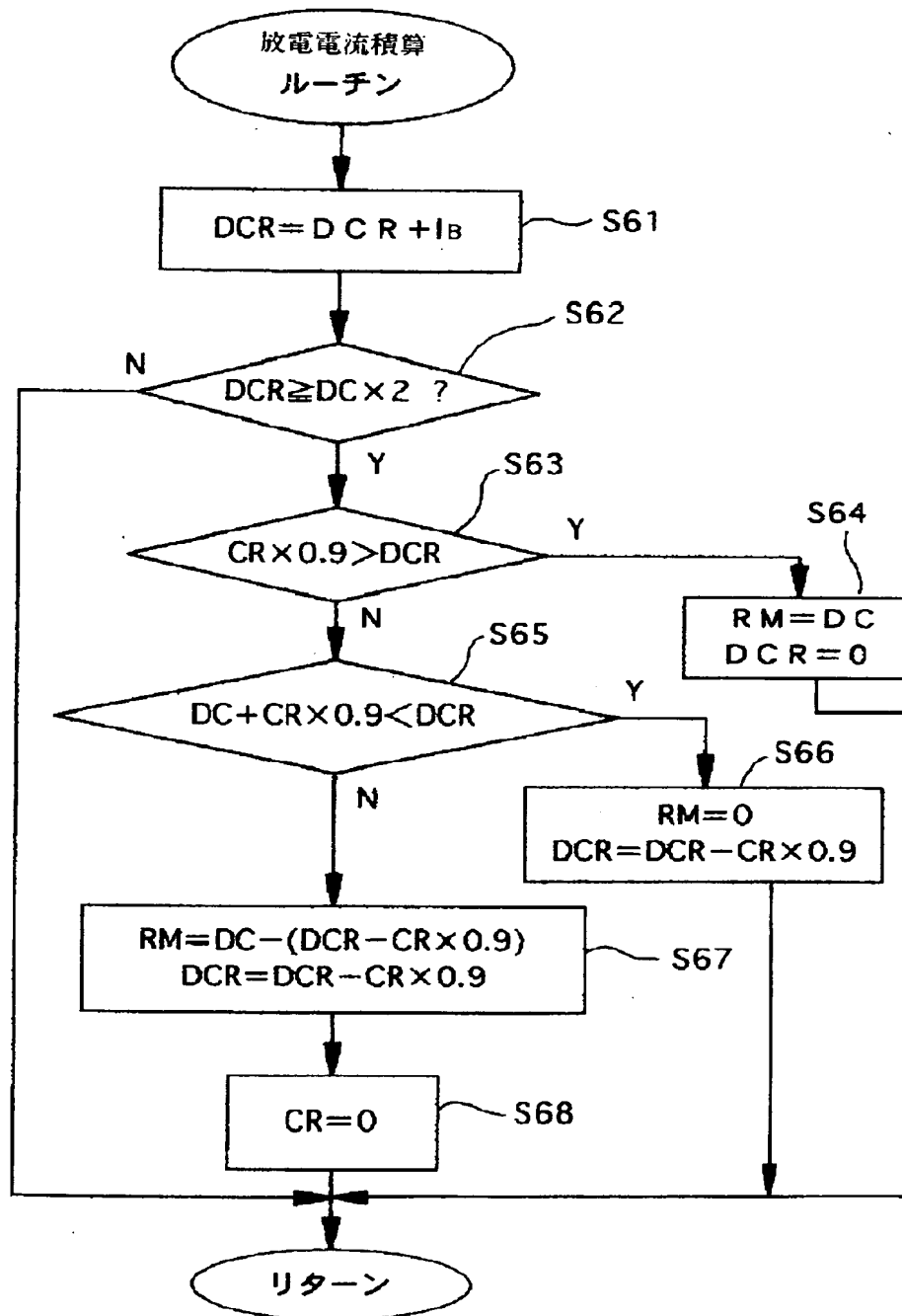
設計容量テーブル (…は値省略)

温度	放電電流							
	10A未満	~50A	~100A	~150A	~200A	~250A	~300A	300A以上
~30℃未満	0.1	0.1	0.087	0.094	0.082	0.09	0.088	0.08
~-25℃	0.2	0.2	0.194	0.188	0.184	0.18	0.176	0.16
~-20℃	0.3	…	…	…	…	…	…	…
~-15℃	0.5	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
~0℃	0.78	…	…	…	…	…	…	…
~5℃	0.85	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
~30℃	1	…	…	…	…	…	…	…
30℃以上	1	1	0.97	0.94	0.92	0.9	0.88	0.8

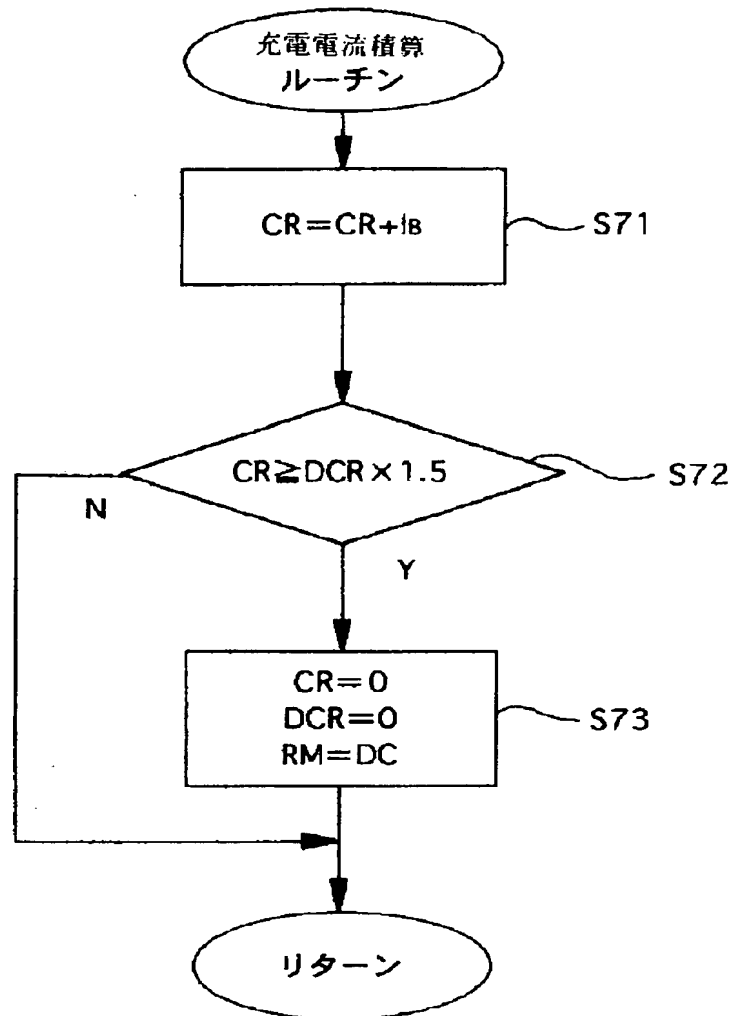
【図 2】



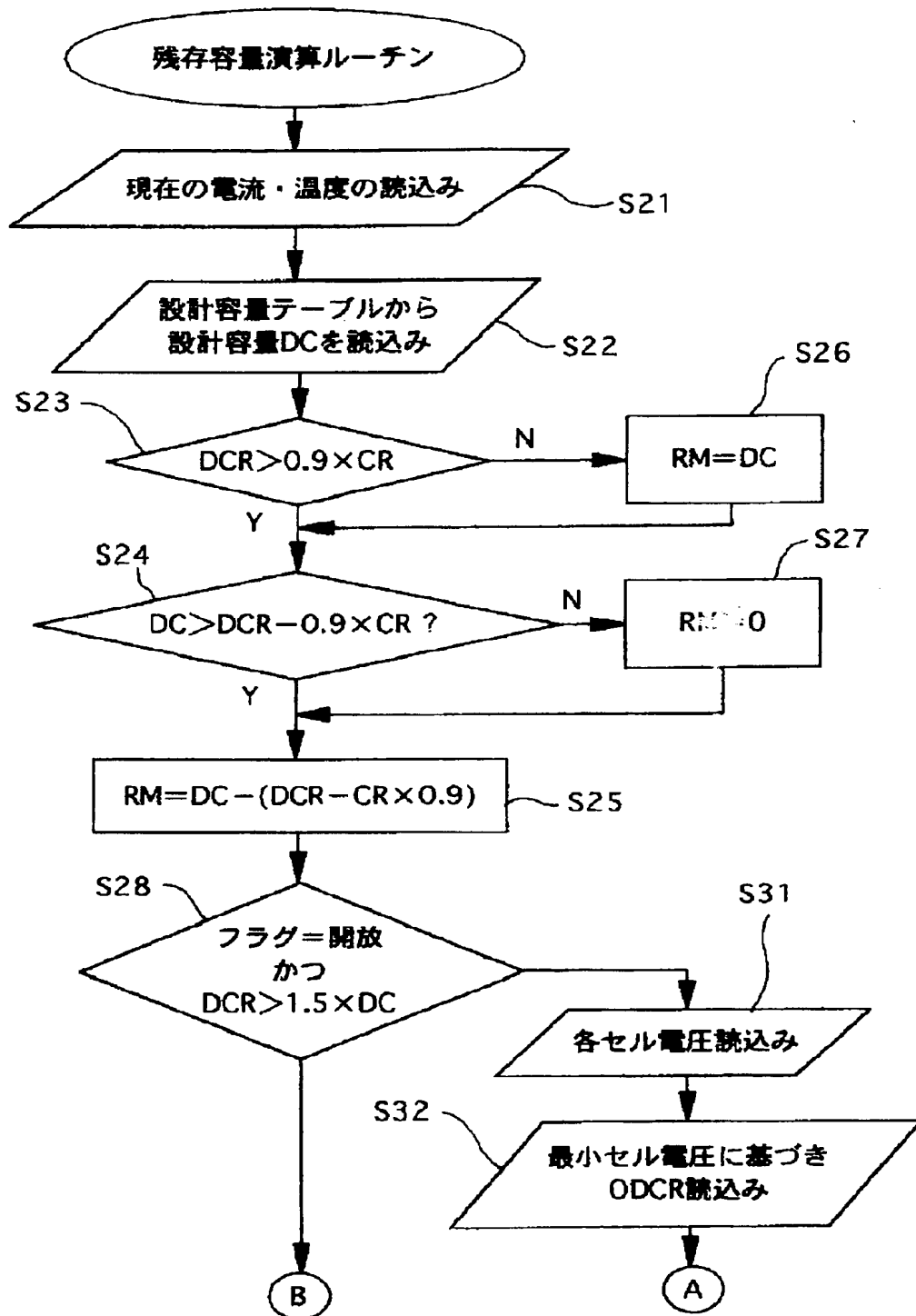
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

